

Kirjallisuuskatsaus: Natriumhypokloriitin aiheuttamat komplikaatiot juurihoidossa

Noora Vihanne HLK

Lääketieteellinen tiedekunta

Suu- ja leukasairauksien osasto

Helsinki 24.04.2020

Tutkielma

Ohjaaja: HLT, EHL Päivi Siukosaari

Helsingin yliopisto

Lääketieteellinen tiedekunta

noora.vihanne@helsinki.fi

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET

Tiedekunta – Fakultet – Faculty Lääketieteellinen tiedekunta		Koulutusohjelma – Utbildningsprogram – Degree Programme Suu- ja leukasairauksien osasto	
Tekijä – Författare – Author HLK Noora Vihanne			
Työn nimi – Arbetets titel – Title Kirjallisuuskatsaus: Natriumhypokloriitin aiheuttamat komplikaatiot juurihoidossa			
Oppiaine/Opintosuunta – Läroämne/Studieinriktning – Subject/Study track Endodontia			
Työn laji – Arbetets art – Level Syventävä tutkielma	Aika – Datum – Month and year 24.04.2020	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages 30	
<p>Tiivistelmä – Referat – Abstract</p> <p>Natriumhypokloriitti (NaOCl) on juurikanavan huuhteluaine, jota käytetään juurihoidon kemomekaanisessa preparoinnissa. NaOCl:lla on sekä antimikrobisia että orgaanista ainesta liuottavia ominaisuuksia. NaOCl:n tehtävä juurihoidossa on tappaa juurikanavan mikrobeja sekä liuottaa tulehtunut tai nekroottinen pulpakudos juurikanavasta. Päästessään juurikanavan ulkopuolelle NaOCl voi aiheuttaa komplikaatioita, joista voi pahimmillaan aiheutua potilaalle pysyviä haittoja.</p> <p>Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksinä ovat 1) millaisia komplikaatioita NaOCl aiheuttaa juurihoidossa, 2) kuinka yleisiä komplikaatiot ovat, 3) miten komplikaatioita hoidetaan ja 4) mitkä tekijät johtavat komplikaatioihin ja miten niiltä voisi välttyä.</p> <p>Syventävä tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuushaussa käytettiin PubMed- ja Ovid Medline -tietokantoja sekä Suomen Hammaslääkärilehtiä. Haut rajattiin suomen- ja englanninkielisiin artikkeleihin, joista oli saatavilla koko teksti elektronisena julkaisuna ja jotka olivat julkaistu aikavälillä 01/01/2000-31/08/2018. Lisäksi tietoa hankittiin hampaan juurihoidon Käypä Hoito -suosituksesta sekä endodontian oppikirjoista Käytännön juurihoito ja Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery.</p> <p>NaOCl-komplikaatiot voidaan jakaa NaOCl:n käsittelystä aiheutuviin komplikaatioihin, joita ovat materiaalivahingot, iho- ja limakalvovauriot, silmävauriot ja allergiset reaktiot, sekä komplikaatioihin, jotka johtuvat NaOCl:n pääsystä juurikanavan ulkopuolelle.</p> <p>Tehtävien juurihoitojen määrään verrattuna NaOCl-komplikaatiot näyttävät olevan melko harvinaisia. Suurin osa NaOCl-komplikaatioista johtuu iatrogenisista syistä ja olisi vältettävissä hyviä hoitokäytänteitä noudattamalla. Kirjallisuudessa esitetyt NaOCl-komplikaatioiden hoito-ohjeet ovat pitkälti kokemukseräisiä ja perustuvat potilaiden oireiden mukaiseen hoitoon.</p>			
Avainsanat – Nyckelord – Keywords sodium hypochlorite endodontics, sodium hypochlorite extrusion, sodium hypochlorite accident			
Ohjaaja tai ohjaajat –Handledare – Supervisor or supervisors HLT, EHL Päivi Siukosaari			
Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited Helda			
Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information			

SISÄLLYSLUETTELO

1 Johdanto	4
2 Tavoitteet	4
3 Aineisto ja menetelmät	5
4 Natriumhypokloriitti juurihoidossa	8
4.1 Natriumhypokloriitti kemikaalina	8
4.2 Natriumhypokloriitin käyttö juurihoidossa ja muiden juurihoidossa käytettävien kemikaalien kanssa	9
5 Komplikaatiot	11
5.1 Komplikaatioiden yleisyys	15
5.2 Natriumhypokloriitin käsittelystä johtuvat komplikaatiot	16
5.2.1 Materiaalivahingot	17
5.2.2 Iho- ja limakalvovauriot	17
5.2.3 Silmävauriot	19
5.2.4 Allerginen reaktio	19
5.3 Komplikaatiot, jotka aiheutuvat natriumhypokloriitin pääsystä juurikanavan ulkopuolelle	20
6 Komplikaatioiden hoito ja komplikaatioihin johtavat tekijät	22
6.1 Komplikaatioiden hoito	22
6.2 Komplikaatioihin johtavat tekijät ja miten niiltä voisi välttyä	24
7 Yhteenveto	25
8 Pohdinta	27
9 Lähteet	28

1 JOHDANTO

Natriumhypokloriitti (NaOCl) on juurikanavan huuhteluaine, jota käytetään juurihoidossa juurikanavien huuhteluun ja desinfektioon mekaanisen preparoinnin aikana sekä sen lopuksi. NaOCl on vahva emäs, jolla on sekä laajakirjoinen antimikrobinen vaikutus että orgaanista ainesta liuottava ominaisuus. (1) NaOCl:n tehtävä juurihoidossa on tappaa juurikanavan mikrobeja sekä liuottaa tulehtunut tai nekroottinen pulpakudos juurikanavasta (2). NaOCl on käytettyin juurikanavan huuhteluaine ja turvallinen oikein käytettynä. Päästessään juurikanavan ulkopuolelle NaOCl voi kuitenkin aiheuttaa komplikaatioita. (3)

Hammaslääkärit ovat usein tekemisissä NaOCl:n kanssa: Suomessa tehdään noin 200 000 juurihoitoa vuosittain, ja määrä on kasvussa (4). NaOCl:n runsaan käytön vuoksi sen aiheuttamat vaaratilanteet ja komplikaatiot on hyvä tiedostaa. Komplikaation ilmetessä hammaslääkärien tulisi myös osata hoitaa komplikaatiot adekvaatisti, jotta potilaalle aiheutuvat haitat jäisivät mahdollisimman pieniksi. NaOCl-komplikaatiosta voi aiheutua potilaalle pysyviä haittoja, minkä vuoksi pyrkimys komplikaatioiden ennaltaehkäisyyn on erityisen tärkeää.

2 TAVOITTEET

Kirjallisuuskatsauksen tutkimuskysymyksinä ovat:

- 1) Mitä komplikaatioita NaOCl aiheuttaa juurihoidossa?
- 2) Kuinka yleisiä NaOCl-komplikaatiot ovat?
- 3) Miten NaOCl-komplikaatioita hoidetaan?
- 4) Mitkä tekijät johtavat NaOCl-komplikaatioihin ja miten niiltä voisi välttyä?

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

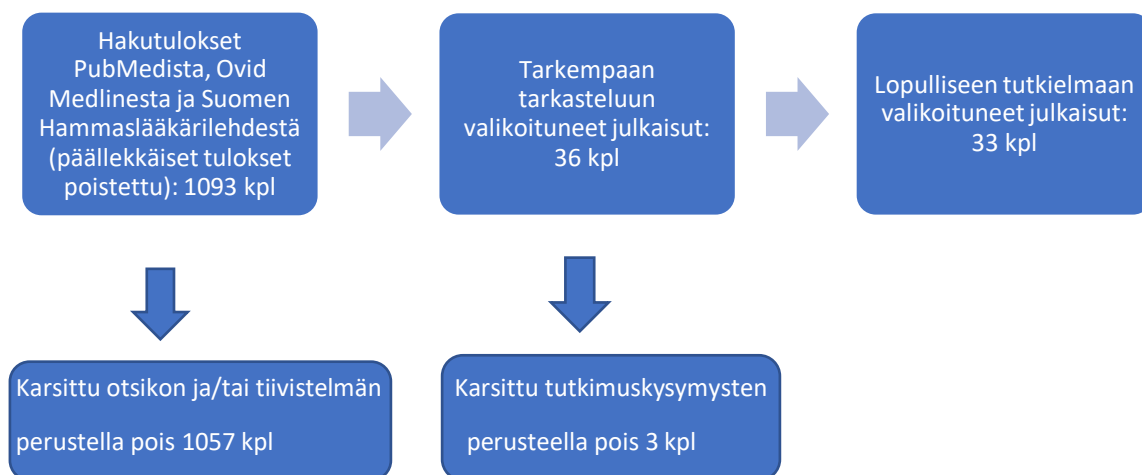
Syventävä tutkielma toteutettiin kirjallisuuskatsauksena. Kirjallisuushaussa käytettiin PubMed- ja Ovid Medline -tietokantoja sekä Suomen Hammaslääkärilehtiä. Lisäksi tietoa hankittiin hampaan juurihoidon Käypä Hoito -suosituksesta (5) sekä endodontian oppikirjoista Käytännön juurihoito (1) ja Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery (6).

PubMed-tietokannassa suoritettiin haku käyttämällä hakusanoja sodium hypochlorite extrusion, sodium hypochlorite accident, sodium hypochlorite complications, sodium hypochlorite injury ja sodium hypochlorite management. Haut rajattiin suomen- ja englanninkielisiin artikkeleihin, joista oli saatavilla koko teksti elektronisena julkaisuna ja jotka olivat julkaistu aikavälillä 01/01/2000-31/08/2018. Hakutuloksia saatiin yhteensä 813. Hakutuloksista karsittiin otsikon ja/tai tiivistelmän perustella pois ne artikkelit, jotka eivät käsitelleet NaOCl-komplikaatioita, niiden yleisyyttä tai hoitoa. Asetettujen kriteerien perusteella 31 artikkelia valikoitui lähempään tarkasteluun. Artikkelit luettiin ja arvioitiin, vastaavatko ne annettuihin tutkimuskysymyksiin. Lopulliseen tutkielmaan valikoitui 29 artikkelia.

Ovid Medline -tietokannassa suoritettiin haku MeSH-asiasanahakuna. Avainsanana käytettiin sodium hypochlorite endodontics, ja MeSH-termeiksi valittiin root canal irrigants AND sodium hypochlorite. Haku suoritettiin focus-hakuna, jolloin tulosjoukko pienenee. Haut rajattiin englanninkielisiin ihmisiä koskeviin artikkeleihin, joista oli saatavilla koko teksti elektronisena julkaisuna ja jotka olivat julkaistu aikavälillä 2000-2018. Kyseisellä haulla saatiin tulokseksi 277 artikkelia. Näistä karsittiin pois otsikon ja/tai tiivistelmän perusteella ne artikkelit, jotka eivät käsitelleet NaOCl-komplikaatioita, niiden yleisyyttä tai hoitoa. Tarkempaan tarkasteluun valikoitui 24 artikkelia, joista 22 oli löytynyt jo PubMedissa suoritetun haun kautta. Artikkelit luettiin ja arvioitiin, vastaavatko ne asetettuihin tutkimuskysymyksiin. Lopulliseen tutkielmaan valikoitui 2 artikkelia.

Suomen Hammaslääkärilehtien elektroniset versiot vuosilta 2012-2018 selattiin myös läpi. Vanhempia Suomen Hammaslääkärilehtiä ei ole saatavilla elektronisena versiona. Artikkeleista valittiin tarkempaan tarkasteluun ne, joissa käsiteltiin NaOCl-

komplikaatioita, niiden yleisyyttä tai hoitoa. Tarkempaan tarkasteluun valikoitui 3 artikkelia. Lopulliseen tutkielmaan valikoitui 2 artikkelia.



Taulukko 1. Kirjallisuuskatsaukseen valikoituneet artikkelit (n=33).

Kirjoittajat	Julkaisu	Tiivistelmä
Al-Sebaei et al, 2015 (7)	Sodium hypochlorite accident resulting in life-threatening airway obstruction during root canal treatment: a case report	Tapausraportti NaOCl-aiheuttamasta ilmateiden tukkeutumisesta juurihoidon aikana.
Behrents et al, 2012 (8)	Sodium hypochlorite accident with evaluation by cone beam computed tomography	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Bosch-Aranda et al, 2012 (9)	Complications following an accidental sodium hypochlorite extrusion: A report of two cases	Kaksi tapausraporttia NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Bowden et al, 2006 (10)	Life-threatening airway obstruction secondary to hypochlorite extrusion during root canal treatment	Tapausraportti NaOCl-aiheuttamasta ilmateiden tukkeutumisesta juurihoidon aikana.
de Sermeño et al, 2009 (11)	Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Faras et al, 2016 (12)	Complication on improper management of sodium hypochlorite accident during root canal treatment	Tapausraportti NaOCl-aiheuttamasta pysyvästä kosmeettisesta haitasta juurihoidon seurauksena.
Farook et al, 2014 (13)	Guidelines for management of sodium hypochlorite extrusion injuries	NaOCl-komplikaatioiden hoito-ohjeita kirjallisuuskatsauksen ja kirjoittajien omien kokemusten pohjalta.
Farren et al, 2008 (14)	Sodium hypochlorite chemical burn – case report	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Gernhardt et al, 2004 (15)	Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.

Goswami et al, 2014 (16)	Sodium hypochlorite dental accidents	Kaksi tapausraporttia NaOCl:n aiheuttamista komplikaatioista juurihoidon aikana.
Guivarc'h et al, 2017 (17)	Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review	Systemaattinen kirjallisuuskatsaus NaOCl-komplikaatioista.
Hatton et al, 2015 (18)	Management of the sodium hypochlorite accident: a rare but significant complication of root canal treatment	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana sekä komplikaation hoidosta.
Hülsmann & Hahn, 2000 (19)	Complications during root canal irrigation – literature review and case reports	Kirjallisuuskatsaus ja kaksi tapausraporttia NaOCl-komplikaatioista.
Kishor N, 2013 (20)	Oral tissue complications during endodontic irrigation	Kirjallisuuskatsaus juurikanavan huuhteluaineiden aiheuttamista komplikaatioista juurihoidossa.
Kleier et al, 2008 (21)	The Sodium Hypochlorite Accident: Experience of Diplomates of the American Board of Endodontics	Kyselytutkimus amerikkalaisille juurihoitojen erikoishammaslääkäreille koskien NaOCl-komplikaatioita ja niiden yleisyyttä.
Klein & Kleier, 2013 (22)	Sodium hypochlorite accident in a pediatric patient	Tapausraportti lapsipotilaalle aiheutuneesta NaOCl-komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Lee et al, 2011 (23)	Sodium hypochlorite extrusion: an atypical case of massive soft tissue necrosis	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta pehmytkudosnekroosista juurihoidon seurauksena.
Markose et al, 2009 (24)	Facial atrophy following accidental subcutaneous extrusion of sodium hypochlorite	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta pysyvästä ihonalaiskudoksen atrofiasta juurihoidon seurauksena.
Matthews & Merrill, 2014 (25)	Sodium hypochlorite-related injury with chronic pain sequelae	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta pysyvästä hermovauriosta juurihoidon seurauksena.
Mehra et al, 2000 (26)	Formation of a facial hematoma during endodontic therapy	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Mikkola & Laine, 2016 (3)	Natriumhypokloriittikomplikaatiot juurihoitojen yhteydessä	Kirjallisuuskatsaus NaOCl-komplikaatioista juurihoitojen yhteydessä.
Pelka & Petschelt, 2008 (27)	Permanent mimic musculature and nerve damage caused by sodium hypochlorite: a case report	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta pysyvästä hermo- ja limelihasvauriosta juurihoidon seurauksena.
Perotti et al, 2018 (28)	Hypochlorite accident during endodontic therapy with nerve damage – A case report	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta hermovauriosta juurihoidon seurauksena.
Regalado Farreras et al, 2014 (29)	Sodium hypochlorite chemical burn in an endodontist's eye during canal treatment using operating microscope	Tapausraportti NaOCl:n joutumisesta hammaslääkärin silmään juurihoidon aikana.
Serper et al, 2004 (30)	Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta ihovahingosta juurihoidon aikana.

Spencer et al, 2007 (31)	Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics – potential complications and their management	Katsaus koskien NaOCl:n käyttöä juurihoidossa, sen aiheuttamia komplikaatioita sekä komplikaatioiden hoitoa.
Swanljung & Vehkalahti, 2017 (32)	Juurihoitovahingosta Nicolaun oireyhtymä?	Tapausraportti NaOCl-komplikaatiosta, joka aiheutti Nicolaun oireyhtymän.
Swanljung & Vehkalahti, 2018 (4)	Root Canal Irrigants and Medicaments in Endodontic Malpractice Cases: A Nationwide Longitudinal Observation	Tutkimus juurikanavan huuhteluainevahingoista ja niiden yleisyydestä Suomessa.
Tenore et al, 2017 (33)	Subcutaneous emphysema during root canal therapy: endodontic accident by sodium hypochlorite	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidossa.
Witton & Brennan, 2005 (34)	Severe tissue damage and neurological deficit following extravasation of sodium hypochlorite solution during routine endodontic treatment	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta komplikaatiosta juurihoidon aikana.
Witton et al, 2005 (35)	Neurological complications following extrusion of sodium hypochlorite solution during root canal treatment	Tapausraportti NaOCl:n aiheuttamasta hermovaurioista.
Zairi & Lambrianidis, 2008 (36)	Accidental extrusion of sodium hypochlorite into the maxillary sinus	Tapausraportti NaOCl:n joutumisesta poskionteloon juurihoidon yhteydessä.
Zhu et al, 2013 (37)	Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis – A review	Katsaus koskien NaOCl-komplikaatioita. Lisäksi yksi tapausraportti NaOCl-komplikaatiosta.

4 NATRIUMHYPOKLORIITTI JUURIHOIDOSSA

4.1 Natriumhypokloriitti kemikaalina

Hypokloriitit ovat vahvoja emäksiä, joita käytetään kaupallisesti muun muassa lukuisissa puhdistus- ja valkaisuaineissa. NaOCl on laajalti käytössä lääketieteessä esimerkiksi haavojen ja kirurgisten välineiden desinfektiossa sekä hampaiden juurihoidossa.

NaOCl:n etuja ovat halpa hinta sekä suhteellisen pitkä säilyvyysaika.

Suurikonsentraatioiset NaOCl-liuokset (>3%) menettävät säilytettäessä tehonsa nopeammin kuin pienikonsentraatioiset. NaOCl tulee säilyttää suojassa valolta alle 30 celsiusasteen lämpötilassa.

NaOCl:a valmistetaan useimmiten kloorikaasusta, joka johdetaan natriumhydroksidiliuoksen (NaOH) läpi, jolloin muodostuu NaOCl, suolaa (NaCl) ja vettä (H₂O).



Liuoksessa NaOCl hajoaa OCl-anioniksi (OCl⁻) ja Na-kationiksi (Na⁺) ja muodostaa tasapainotilan hypokloorihapon (HOCl) kanssa. Liuoksen pH:n ollessa korkea (noin 12), OCl-anioni on vallitseva muoto. Tällöin liuoksen antimikrobinen teho on korkeimmillaan. Korkea pH saa aikaan myös orgaanista ainesta liuottavat ominaisuudet. (6)

4.2 Natriumhypokloriitin käyttö juurihoidossa ja muiden juurihoidossa käytettävien kemikaalien kanssa

Juurihoidossa NaOCl:a käytetään juurikanavien kemomekaanisessa preparoinnissa. Kemomekaanisella preparoinnilla tarkoitetaan juurikanavien mekaanista puhdistusta ja laajennusta juurikanavaneuloilla sekä kemiallista preparointia desinfektoivalla aineella. Mekaanisella preparoinnilla saadaan puhdistettua vain osa juurikanavasysteemistä, minkä vuoksi mekaanisen preparoinnin lisäksi käytetään juurikanavan huuhteluaineita, joista tärkein on NaOCl. NaOCl:n tehtävänä on tappaa juurikanavan mikrobeja ja liuottaa juurikanavan orgaanista ainesta. (1,5)

Mekaanisen preparoinnin tehtävä on laajentaa juurikanavat, jotta NaOCl pääsee vaikuttamaan myös juurikanavan apikaalisiin osiin. NaOCl myös vähentää kitkaa juurikanavassa, mikä pienentää juurikanavainstrumenttien katkeamisriskiä. (1,3) Käypä hoidon suosittelema NaOCl-liuoksen konsentraatio on 1-6% (5). Liuoksen pH vaihtelee välillä 10.9-12.0. NaOCl:n pH ja sitä kautta teho laskevat sen reagoidessa orgaanisen kudoksen kanssa, minkä vuoksi NaOCl:a tulee lisätä juurikanavaan riittävän useasti preparoinnin aikana sekä sen lopuksi. (1,38)

NaOCl:n orgaanista ainesta liuottava teho perustuu OCl-anionin kykyyn hajottaa epäspesifisesti solujen proteiineja. Kun NaOCl reagoi juurikanavassa dentiiniin, pulpakudoksen ja biofilmin solujen proteiinien kanssa, muodostuu typeä,

formaldehydiä ja asetaldehydiä. Tämä johtaa solujen proteiinien peptidisidosten rikkoutumiseen ja sitä kautta solujen kuolemaan. (3,6,17) Nämä NaOCl:n orgaanista ainesta liuottavat ominaisuudet tekevät NaOCl:sta toimivan juurikanavan huuhteluaineen juurihoidossa, mutta aiheuttavat komplikaatioita päästessään juurikanavan ulkopuolelle.

NaOCl:n lisäksi juurihoidossa käytetään myös muita kemikaaleja, kuten etylendiammin-tetraetikkahappoa (EDTA), klooriheksidiinia ja kalsiumhydroksidia (Ca(OH)_2).

NaOCl ei poista kokonaan mekaanisen preparoinnin tuloksena syntyneen preparointijätteen epäorgaanista ainesta. Tämän vuoksi juurikanava huuhdellaan preparoinnin lopuksi vielä EDTA:lla. (1) EDTA on yleisesti käytetty juurikanavan huuhteluaine, jonka tärkein ominaisuus on epäorgaanisen preparointijätteen poisto kemomekaanisen preparoinnin jäljiltä. Sitä käytetään myös kalsiumhydroksidilääkityksen poistamiseen juurikanavasta. (5) EDTA:a käytetään tavallisesti 17-prosenttisena liuksena, jonka pH on 7-8 (1). NaOCl:n lisääminen juurikanavaan EDTA-huuhtelun jälkeen aiheuttaa juurikanavan dentiinin paikallista heikentymistä, joka voi altistaa juuren frakturoitumiselle. Tämän vuoksi NaOCl:a ei tulisi lisätä juurikanavaan enää EDTA-huuhtelun jälkeen. (2) NaOCl:n ja EDTA:n sekoittuminen voi myös saada aikaan ihmisille haitallisen kloorikaasun muodostumista, vaikkakin mahdollisesti muodostuvan kaasun määrä on pieni (3,39).

Klooriheksidiinia (2%) voidaan käyttää juurikanavien huuhtelussa desinfektion tehostamiseen erityisesti uusintajuurihoidoissa sekä sitkeissä infektioissa (1,5).

Klooriheksidiinin ja NaOCl:n seos muodostaa rusehtavan saostuman, joka kiinnittyy dentiiniin ja värjää sitä (38,39). Saostuman on osoitettu sisältävän muun muassa kalsiumia, rautaa ja magnesiumia. Osassa tutkimuksista on havaittu myös parakloorianiliinin (PCA) muodostumista. PCA on klooriheksidiinin hydrolyysin seurauksena syntyvä tuote. PCA:a käytetään teollisuudessa muunmuassa tuholaismyrkyissä ja värjäysaineissa, ja sen on todettu olevan karsinogeeninen. PCA:n muodostumista pidettiin karsinogeenisuutensa vuoksi merkittävänä, sillä se voi kulkeutua ympäröiviin periaapikaalikudoksiin ja aiheuttaa periaapikaalialueen syöpiä. Lisäksi PCA voi tukkia dentiinitubuluksia, mikä puolestaan johtaa juurikanavasysteemin alentuneeseen desinfektioon. (6,39)

Ca(OH)₂ on vahvasti emäksinen aine, jota käytetään juurihoidossa juurihoitokäyntien välisenä aikana juurikanavalääkkeenä. Ca(OH)₂:lla on korkean pH:nsa vuoksi mikrobeja tappava ominaisuus, mikä tekee siitä hyvän juurikanavalääkeaineen. Ca(OH)₂ liuottaa NaOCl:n tapaan orgaanista ainesta, ja nämä aineet vahvistavat toistensa vaikutuksia. Tämän vuoksi ne voivat aiheuttaa komplikaatioita päästessään juurikanavan ulkopuolelle. (1,5)

5 KOMPLIKAATIOT

Yleisimpiä NaOCl-komplikaatioita ovat NaOCl:n käsittelystä aiheutuvat haitat, kuten materiaalivahingot sekä iho- ja limakalvovauriot. Vakavampia komplikaatioita aiheuttaa NaOCl:n pääseminen hampaan juurikanavan ulkopuolelle. Tästä voi seurata muun muassa kudოსvaurio, kudოსnekroosi tai neurologisia komplikaatioita. (17)

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyillä hakukriteereillä löytyi yhteensä 29 NaOCl-komplikaatioita käsittelevää potilastapausta (taulukko 2). Yksi tapaus käsitteli silmävahinkoa (29), kolme tapausta käsitelivät iho- ja/tai limakalvovaurioita (16,19,30) ja loput tapauksista käsitelivät komplikaatioita, joissa NaOCl:a oli päässyt juurikanavan ulkopuolelle.

Taulukko 2. Vuosina 2000-2018 julkaistut NaOCl-komplikaatiot (n=29). Mukana tapausraportit ja katsauksissa käsitellyt potilastapaukset.

Kirjoittajat	Sukupuoli	Ikä	Hammas/ Alue	Alkudiagnoosi	Oireet	Hoito	Paraneminen
Al-Sebaei et al, 2015 (7)	N	42	41	-	Kova kipu, verenvuoto juurikanavasta, turvotus	Sairaalassa i.v hydrokortisoni ja antibiootti (kefalosporiini). Hengitysteiden tukkeutuminen, jonka seurauksena intubointi	Parani kokonaan 3 viikossa.
Behrents et al, 2012 (8)	N	32	25	-	Kova kipu, turvotus	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella, inkiisio. Lääkityksenä	Parani lähes kokonaan 6 päivässä.

						klindamysiini, opioidikipulääkitys, parasetamoli, kortikosteroidi.	
Bosch-Aranda et al, 2012 (9)	N	43	21	-	Kova kipu, turvotus	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella. Lääkityksenä amoksisilliini + klavulaanihappo ja tulehduskipulääkepi- os (NSAID).	Hammas poistettiin vuoden kuluttua komplikaatiosta. Potilaalle jäi pysyvä tuntupuutos.
Bosch-Aranda et al, 2012 (9)	N	53	24	-	Kova kipu, turvotus, mustelma	Lääkityksenä amoksisilliini + klavulaanihappo, kortikosteroidi, parasetamoli.	Parani kokonaan 6 kuukaudessa.
Bowden et al, 2006 (10)	M	45	37	Pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti	Kova kipu, turvotus, mustelma, trismus	Hoito sairaalassa, i.v amoksisilliini + klavulaanihappo, kortikosteroidi. Lisäksi kirurgiaa ja d.37 poisto.	Parani täysin kuukaudessa.
de Sermeno et al, 2009 (11)	N	65	13	-	Kova kipu, turvotus, mustelma, rajoittunut suunavaus	Antibioottiprofylaksi (amoksisilliini). Ei raportoituja toimenpiteitä.	Parani täysin reilussa kuukaudessa.
Faras et al, 2016 (12)	M	24	17	-	Kova kipu, suun limakalvon nekroosi, huimaus, hengitysvaikeus	Ei raportoituja toimenpiteitä.	Nekrotisoitunut alue parani 6 viikossa, kasvoihin jäi pysyvä kosmeettinen haitta.
Farren et al, 2008 (14)	N	54	24	-	Kova kipu, turvotus, mustelma	Kanavien huuhtelu keittosuolaliuoksella vastaanotolla. Lääkitykseksi penisilliini ja opioidikipulääkitys.	Potilaalle jäi pysyvä tuntupuutos vasemman puolen ylähuulen ja nenän seudulle.
Gernhardt et al, 2004 (15)	N	49	34	Irreversiibeli pulpiitti	Kova kipu, turvotus, mustelma, suun limakalvon nekroosi	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella, antibioottia sisältävää materiaalia juurikanavaan. Lääkityksenä doksisykliini ja ibuprofeeni.	Parani täysin 6 viikossa.
Goswami et al, 2014 (16)	N	14	NaOCl:a käytettiin poran jäädytys-nesteenä steriilin veden sijasta d.36 juurihoidon aikana.	-	Kova kipu, turvotus, mustelma, rajoittunut suunavaus, limakalvon haavauma ja nekroosi	Limakalvojen huuhtelu keittosuolaliuoksella, kylmähaude. Lääkitykseksi amoksisilliini + klavulaanihappo, kipulääkitys, kortikosteroidi.	Parani täysin 3 viikossa.

Goswami et al, 2014 (16)	M	13	36	-	Kova kipu, turvotus	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella, kylmä- ja lämpöhaude. Lääkityksenä parasetamoli, antibiootti ja kortikosteroidi.	Parani täysin kuukaudessa.
Hatton et al, 2015 (18)	N	66	14	-	Kova kipu, turvotus, mustelma	Sairaalassa i.v antibiootti, kipulääke ja kortikosteroidi. Kylmä- ja lämpöhaude. Kotilääkityksenä amoksisilliini + klavulaanihappo, glukokortikoidi, parasetamoli.	Parani täysin kuukaudessa.
Hülsmann & Hahn, 2000 (19)	M	55	23	-	Kova kipu, verenvuoto juurikanavasta, turvotus, mustelma	Lisäpuudutus, kylmähaude, kipulääkitys.	Parani täysin viikossa.
Hülsmann & Hahn, 2000 (19)	M	-	Alahuulen vaurio d.43 juurihoidon aikana	-	Kova kipu, alahuulen turvotus, alahuulen limakalvon haavauma	Ei raportoituja toimenpiteitä.	Tuntopuutoksia alahuulessa vielä vuosi komplikaation jälkeen.
Klein & Kleier 2013 (22)	M	1,8	51,61	Reversiibeli pulpiitti	Verenvuoto juurikanavasta, turvotus, mustelma	Anestesiahoito. Maitohampaiden poistot, verenvuodon tyrehtyys. Lääkityksenä amoksisilliini ja kipulääkitys.	Parani täysin 6 viikossa.
Lee et al, 2011 (23)	N	25	21	Pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti	Turvotus, mustelma	Anestesiahoito. Lääkityksenä i.v penisilliini ja glukokortikoidi. Inkiisio ja dreneeraus.	Parani täysin viikossa.
Markose et al, 2009 (24)	N	46	16	-	Kova kipu, turvotus	Antibioottihoito, myöhemmin d.16 poisto.	Turvotus ja kipu lakkasi neljässä kuukaudessa. Potilaalle jäi pysyvä ihonalaiskudoksen atrofia kasvojen oikealle puolelle.
Matthews & Merrill 2014 (25)	N	29	23	Irreversiibeli pulpiitti	Kova kipu, verenvuoto juurikanavasta, turvotus	Lisäpuudutus vastaanotolla. Lääkityksenä opioidikipulääkitys, kortikosteroidi, myöhemmin lisäksi gabapentiini ja karbamatsapiini.	Pysyvä neuropatia.

Mehra et al, 2000 (26)	N	51	63	-	Kova kipu, turvotus, mustelma, trismus	Ei toimenpiteitä vastaanotolla. Sairaalassa i.v penisilliini, kipulääkitys, inkiisio ja d.63 poisto.	Parani täysin 5 viikossa.
Pelka & Petschelt, 2008 (27)	N	54	22	Pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti	Kova kipu, turvotus, rajoittunut suunavaus, ylähuulen ja posken tuntu puutos	Lisäpuudutus, juurikanavan huuhtelu klooriheksidiinillä, kylmähaude. Lääkityksenä antibiootti ja kipulääkitys.	Pysyvä ihon tuntu puutos ja ilmelihasten vaurio.
Perotti et al, 2018 (28)	N	34	24		Kova kipu, turvotus, mustelma	Ei toimenpiteitä vastaanotolla. Lääkityksenä antibiootti ja ibuprofeeni.	Pysyvä hermovaurio.
Regalado Farreras et al, 2014 (29)	N	24	Silmävaurio	-	Silmän kipu, polttelu, valonarkuus ja paineentunne sekä sarveiskalvon punoitus ja näkökyvyn heikentyminen	Silmän huuhtelu keittosuola-liuoksella. Lääkkeiksi tulehduskipulääke, kortikosteroidi ja silmätippoja. Lisäksi silmä suojattiin valolta 24 tunniksi.	Parani täysin 4 viikossa.
Serper et al, 2004 (30)	N	54	Ihovaurio d.25 juurihoidon aikana	Irreversiibeli pulpiitti	Kipu ja polttava tunne iholla	Ei raportoituja toimenpiteitä.	Parani täysin 3 kuukaudessa.
Swanljung & Vehkalahti, 2017 (32)	M	46	26	-	Turvotus, mustelma, ihon ja ihonalaiskudoksen nekroosi, ”Nicolaun oireyhtymä”.	Lääkityksenä klindamysiini, kefaleksiini, paikallinen betaiinigeeli, fusidiinihappo-emulsiovoide.	Hammas d.46 poistettiin 7 kuukauden kuluttua komplikaatiosta. Nekroottisen alueen osalta turvauduttiin kirurgiaan. Potilaalle jäi pysyvä kosmeettinen häntä.
Tenore et al, 2017 (33)	N	60	22	-	Kova kipu, turvotus, mustelma, tuntu häiriö	Lääkityksenä antibiootti, kipulääke, kortisoni. Hampaan d.22 poisto kuukauden kuluttua komplikaatiosta.	Parani täysin kuukaudessa.
Witton & Brennan, 2005 (34)	N	43	12	Pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti	Kova kipu, turvotus, mustelma, tuntu puutos, suunavausrajoitus, limakalvon nekroosi	Lääkityksenä amoksisilliini + klavulaanihappo, kortikosteroidi, kipulääke.	Kasvohermon vaurio ei parantunut seuranta-aikana.
Witton et al, 2005 (35)	N	44	15	-	Kova kipu, turvotus, tuntu puutos oikealla ylähuulessa	Lääkityksenä glukokortikoidi, amoksisilliini, kipulääke.	Parani täysin 3 kuukaudessa.

Zairi & Lambrianidis, 2008 (36)	N	32	15	-	Kova kipu, nenäverenvuoto, turvotus oikeanpuoleisen posken alueella	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella, kylmähaude. Lääkityksenä klaritromysiini, naprokseeni, nenäsuihke.	Parani täysin 3 kuukaudessa.
Zhu et al, 2013 (37)	N	52	14	-	Kova kipu, turvotus, mustelma	Juurikanavan huuhtelu keittosuolaliuoksella, kylmähaude. Lääkityksenä opioidikipulääke, amoksisilliini, glukokortikoidi.	Parani täysin 3 viikossa.

5.1 Komplikaatioiden yleisyys

NaOCl-komplikaatioiden yleisyyttä Suomessa on käsitelty ainoastaan yhdessä julkaisussa (4). Suomessa tehtiin 2000-luvulla vuosittain noin 200 000 juurihoitoa, joista noin puolet yksityisellä ja puolet julkisella sektorilla. Juurihoitovahinkoja käsittelevän artikkelin (4) mukaan Potilasvakuutuskeskukseen ilmoitettiin 970 juurihoitovahinkoa vuosina 2002-2006 ja 2011-2013. Juurihoitovahinkojen todellinen määrä on varmasti suurempi, sillä kaikista vahinkotapauksista ei tehdä ilmoitusta Potilasvakuutuskeskukseen.

Potilasvakuutuskeskukseen vuosina 2002-2006 ja 2011-2013 ilmoitettuja juurihoitovahinkoja olivat juurikanavan tai pulpakavumin perforaatio, juurikanavaan katkennut juurikanavainstrumentti, huuhtelu- tai lääkeainevahingot, yli- tai alitäyttö, väärä diagnoosi ja aiheeton juurihoito. Juurihoitovahinkoja sattui paljon useammin yleishammaslääkäreille (n=915) kuin erikoishammaslääkäreille (n=55). Sattuneista vahingoista suuri osa, 65%, oli vältettävissä olevia vahinkoja. Vältettävissä olevilla vahingoilla tarkoitetaan vahinkoja, jotka olisi voitu välttää noudattamalla hyviä hoitokäytäntöjä. Vahingoilla, jotka eivät olleet vältettävissä, tarkoitetaan puolestaan normaaleja hoitotoimenpiteeseen liittyviä riskejä, kuten esimerkiksi käyriä, obliteroituneita juurikanavia.

Sattuneista juurihoitovahingoista huuhtelu- tai lääkeaineet (NaOCl tai Ca(OH)₂) olivat syynä 69 tapauksessa, eli yhteensä 7,1% kaikista ilmoitetuista vahingoista. Artikkelissa ei ollut eriteltyä erikseen NaOCl:n aiheuttamia vahinkoja, vaan ne käsiteltiin yhdessä Ca(OH)₂:n aiheuttamien vahinkojen kanssa. Huuhtelu- ja lääkeainevahinkojen osuus kaikista ilmoitetuista vahingoista oli 2,5% (n=13) vuosina 2002-2006 ja 12,5% (n=56) vuosina 2011-2013, eli niiden määrä oli kasvanut kyseisellä tarkasteluvälillä. Huuhtelu- ja lääkeaineisiin liittyviä vahinkotapauksia oli tarkastellun kahdeksan vuoden aikana siis 4,3 jokaista 100 000 juurihoitopotilasta kohden vuodessa. Huuhtelu- ja lääkeainevahingoista 49% tehtiin molaareihin, 36% premolaareihin ja 15% kulmahampaisiin tai inkisiiveihin. Ilmoitetuista huuhtelu- ja lääkeainevahingoista 87% kuului vältettävissä olevien vahinkojen ryhmään. Huuhtelu- ja lääkeainevahinkoja tehtiin hieman enemmän julkisella kuin yksityisellä sektorilla. Tarkastelussa ei löydetty eroa hammaslääkärin sukupuolen tai yleishammaslääkärien ja erikoishammaslääkärien välillä. (4)

Amerikkalaisille juurihoitojen erikoishammaslääkäreille on suoritettu kysely (21) liittyen NaOCl-komplikaatioihin. Kysely lähetettiin 719 erikoishammaslääkärille, joista 314 vastasi kyselyyn. Kyselyn perusteella selvisi, että vastanneista 132 oli kokenut urallaan vähintään yhden NaOCl-komplikaation. Lisäksi vähintään yhden NaOCl-komplikaation kokeneiden ryhmästä 50 vastasi kokeneensa enemmän kuin yhden NaOCl-komplikaation uransa aikana. (21)

NaOCl-komplikaatioita käsittelevässä kirjallisuuskatsauksessa (3) on pohdittu NaOCl-komplikaatioiden yleisyyttä. Kirjallisuuskatsauksessa suoritettulla kirjallisuushaulla löytyi yhteensä 41 raportoitua NaOCl-komplikaatiota. Tehtävien juurihoitojen määrään verrattuna NaOCl-komplikaatiot ovat raportoitujen tapausten perusteella harvinaisia, vaikkakin suurin osa lievista komplikaatioista jää raportoimatta. (3)

5.2 Natriumhypokloriitin käsittelystä johtuvat komplikaatiot

NaOCl:n käsittelystä johtuvia komplikaatioita ovat materiaalivahingot, iho- ja limakalvovauriot, silmävauriot sekä allergiset reaktiot.

5.2.1 Materiaalivahingot

Yleisin NaOCl:n käsittelystä johtuva komplikaatio on vaatteiden värjäytyminen. Hypokloriitti on myös puhdistusaineissa käytettävä valkaisuaine, joten pienikin määrä hypokloriittia saa aikaan vaatteiden pysyvää värjäytymistä. Mikäli juurihoidon aikana käytetään ultraäänilaitetta, aerosoli saattaa edesauttaa NaOCl:n kulkeutumista potilaan vaatteisiin. (19)

5.2.2 Iho- ja limakalvovauriot

NaOCl aiheuttaa ihon ja limakalvojen ärsytystä ja polttelua sen joutuessa kosketuksiin potilaan ihon tai limakalvojen kanssa. NaOCl:a voi joutua herkästi potilaan limakalvoille tai iholle silloin, kun kofferdam ei ole käytössä. NaOCl voi päästä kosketuksiin potilaan limakalvon tai ihon kanssa myös kofferdamin käytöstä huolimatta silloin, kun kofferdam ei ole tiivis ja NaOCl:a pääsee valumaan hampaan ja kofferdamin välistä. Mitä kauemmin NaOCl on iholla tai limakalvolla, sitä syvemmän kudoksen se aiheuttaa. (31)

Suoritetulla kirjallisuushaulla löytyi kaksi potilastapausta, jossa NaOCl:a pääsi valumaan potilaan iholle ja/tai limakalvolle juurihoidon aikana aiheuttaen iho- ja/tai limakalvovaurion (19,30). Kirjallisuushaussa löytyi lisäksi yksi tapaus (16), jossa NaOCl:a oli käytetty poran jäähdytysnesteenä steriilin veden sijasta juurihoidon aikana. Kirjallisuushaulla löytyneissä kirjallisuuskatsauksissa (3,20,31,37) ei ollut mainintoja muista potilastapauksista, joissa NaOCl:a olisi joutunut potilaan iholle ja/tai limakalvolle aiheuttaen komplikaatioita.

Ensimmäisessä tapauksessa (19) NaOCl:a (3%) ja vetyperoksidia (5% H₂O₂) pääsi valumaan d.43 juurihoidon aikana hampaan kruunun ja juuren väliin syntyneen perforaation kautta potilaan alahuuleen. Kofferdamin käytöstä ei ollut mainintaa. Potilaalle aiheutui komplikaatiosta kovaa, polttavaa kipua ja turvotusta alahuuleen. Potilastapauksessa ei ollut mainintaa komplikaation hoidosta. Viikon kuluttua komplikaatiosta alahuuleen oli syntynyt haavauma (kuva 1). Alahuulen turvotus kesti

kolme viikkoa, ja haavauma parani kahdessa kuukaudessa. Alahuulessa oli potilaan mukaan tuntuutoksia vielä yli vuosi komplikaation jälkeen. (19)

Toisessa tapauksessa (30) NaOCl:a (2,5%) pääsi valumaan d.25 juurihoidon aikana hampaan ja kofferdamin välistä potilaan leuan iholle. Potilaalle aiheutui komplikaatiosta kipua ja polttavaa tunnetta. Potilastapauksessa ei ollut mainintaa komplikaation hoidosta. Seuraavana päivänä komplikaatiosta potilaan leuan ihossa oli nähtävissä NaOCl:n aiheuttama kemiallinen palovamma (kuva 2). Potilaan ihovaurio parani kokonaan kolmessa kuukaudessa. (30)

Tapauksessa (16), jossa NaOCl:a oli käytetty poran jäähdytysnesteinä, aiheutui potilaalle kovaa kipua, laaja-alaista turvotusta sekä suun limakalvon haavaumia ja nekroosi. Kofferdamia ei ollut käytetty. Komplikaation hoitotoimina raportoitiin suun limakalvojen keittosuolaliuoshuuhtelu, kylmähaude ja myöhemmin lämpimiä suuhuuhteita. Lääkitykseksi määrättiin antibiootti, kortikosteroidi sekä kipulääke. Potilaan vauriot paranivat kokonaan kolmessa viikossa. (16)



1.



2.

1. NaOCl:n aiheuttama haavauma alahuulessa. Kuva: Hülsmann & Hahn. 2000 (19)
2. NaOCl:n aiheuttama ihovaurio. NaOCl on päässyt vuotamaan kofferdamin ja hampaan välistä. Kuva: Serper et al. 2004 (30)

5.2.3 Silmävauriot

NaOCl:n joutuminen silmään aiheuttaa välitöntä kipua, polttelua sekä silmän vuotamista ja punoitusta. Sarveiskalvon uloimman kerroksen epiteelisolut saattavat myös tuhoutua, kun NaOCl reagoi epiteelisolujen lipidien kanssa. Pahimmassa tapauksessa NaOCl voi kulkeutua syvemmälle silmän kudoksiin, jolloin silmän näkökyky saatetaan menettää. (3,31).

Suoritetulla kirjallisuushaulla löytyi yksi tapausraportti (29), jossa NaOCl:a raportoitiin joutuneen hammaslääkärin silmään juurihoitotoimenpiteen aikana. NaOCl:n silmään joutuminen aiheutti hammaslääkärille silmän kipua, polttelua, valonarkuutta, paineentunnetta, sarveiskalvon punoitusta ja näkökyvyn heikentymistä. Akuuttihoitona raportoitiin silmän huuhtelu keittosuolaliuksella puolen tunnin ajan. Lääkkeiksi määrättiin tulehduskipulääke, kortikosteroidi ja silmätippoja. Lisäksi silmä suojattiin valolta 24 tunniksi. Silmä parani neljässä viikossa ilman pysyviä vaurioita. (29)

Kirjallisuushaulla löytyneissä NaOCl-komplikaatioita käsittelevissä kirjallisuuskatsauksissa (3,19,20,31) oli myös raportoitu tapauksesta, jossa NaOCl:a joutui potilaan silmään juurihoitotoimenpiteen aikana. Huuhteluaineruiskun neula irtosi kesken juurihoidon, jolloin 5,25% vahvuista NaOCl:a päätyi potilaan silmään. NaOCl:n joutuminen potilaan silmään aiheutti potilaalle silmän vuotamista, kipua ja polttelua. Silmä huuhdeltiin aluksi vesijohtovedellä ja myöhemmin fysiologisella keittosuolaliuksella. Lääkitykseksi määrättiin silmätippoja. Potilaalle ei jäänyt tapauksesta pysyviä haittoja. (3,19,20,31)

5.2.4 Allerginen reaktio

Hülsmann & Hahn tekemässä kirjallisuuskatsauksessa (19) kerrottiin kahdesta tapauksesta, joissa NaOCl-allergia aiheutti tai olisi voinut aiheuttaa allergisen reaktion tai anafylaktisen shokin.

NaOCl aiheuttaa hyvin harvoin allergisia reaktioita tai anafylaksiaa juurihoidoissa. Allergisen reaktion oireita voivat olla muun muassa ihottuma, kutina ja turvotus.

Hengitysvaikeudet, vinkuva hengitys ja verenpaineen voimakas lasku ovat puolestaan merkkiä anafylaktisesta shokista. (31)

5.3 Komplikaatiot, jotka aiheutuvat natriumhypokloriitin pääsystä juurikanavan ulkopuolelle

Päästessään juurikanavan ulkopuolelle NaOCl vahingoittaa juurta ympäröiviä kudoksia. Potilaan oireet riippuvat juuren ulkopuolelle joutuneen NaOCl:n määrästä ja konsentraatiosta. Pienet määrät eivät välttämättä aiheuta oireita tai aiheuttavat vain vähäistä kipua, kun taas suuremmat määrät aiheuttavat potilaalle kovaa kipua, turvotusta ja mahdollisesti kudosisäilytyksiä.

Vakavammissa komplikaatioissa NaOCl:a pääsee juurikanavan ulkopuolelle suurempi määrä, jolloin oireita ilmenee enemmän. Välittömiä oireita ovat voimakas, nopeasti ilmenevä kipu puudutuksesta huolimatta sekä verenvuoto juurikanavasta. Myös kloorin haju tai maku on mahdollinen oire, mikäli NaOCl:a pääsee poskionteloon. Myöhempiä mahdollisia oireita ovat vaurioalueen ja mahdollisesti myös ympäröivien alueiden turvotus, kudoksensisäinen verenvuoto ja mustelman muodostuminen, limakalvon tai luun nekroosi, tuntopuutokset ja jälki-infektiot. (3) Alaleuan premolaareissa ja molaareissa NaOCl:n joutuminen juurikanavan ulkopuolelle voi aiheuttaa huuhteluaineen pääsyn mandibulaarikanavaan ja johtaa hermovaurioon. Yläleuan molaareita juurihoidettaessa huuhteluaine voi puolestaan päästä poskionteloon. (3,17)

Kirjallisuuskatsauksessa käytetyillä hakukriteereillä löytyi yhteensä 25 potilastapausta, jossa NaOCl aiheutti komplikaatioita päästessään juurikanavan ulkopuolelle juurihoitotoimenpiteen aikana (taulukko 2). Suurimmalla osalla potilaista ilmeni komplikaation seurauksena kovaa kipua (22/25) ja turvotusta (24/25). Mustelman muodostumisesta raportoitiin 15/25 tapauksessa. Runsasta verenvuotoa juurikanavasta ilmeni neljässä tapauksessa (7,19,22,25). Trismuksesta tai suunavausrajoituksesta raportoitiin viidessä tapauksessa (10,11,26,27,34). Limakalvon ja/tai ihon nekroosi syntyi komplikaation seurauksena neljässä tapauksessa (12,15,32,34). Yhdessä tapauksessa NaOCl:a joutui poskionteloon, mikä aiheutti potilaalle kivun ja turvotuksen lisäksi nenäverenvuotoa (36). Vaurioiden paranemisaika vaihteli viikosta kuuteen kuukauteen.

Seurantajakson aikana potilaalle jäi pysyviä haittoja yhdeksässä tapauksessa (9,12,14,24,25,27,28,32,34). Seitsemässä tapauksessa juurihoidon kohteena ollut hammas menetettiin seurantajakson aikana (9,10,22,24,26,32,33). Kofferdamin raportoitiin olleen käytössä seitsemässä tapauksessa (7,11,12,15,34,36,37).

Kirjallisuushaulla löytyneistä potilastapauksista (taulukko 2) suurimmassa osassa potilaana oli nainen ja hampaana jokin yläleuan hampaista. Neljässä tapauksessa hampaan alkudiagnoosina oli pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti (10,23,27,34), kahdessa tapauksessa irreversiibeli pulpiitti (15,25) ja yhdessä tapauksessa reversiibeli pulpiitti (22). Muissa tapauksissa hampaan alkudiagnoosia ei ollut mainittu. Käytetyn NaOCl:n pitoisuus vaihteli välillä 2,5-5,5%.

Nicolaun oireyhtymä on harvinainen juurihoitokomplikaatio. Suoritetulla kirjallisuushaulla (taulukko 2) löytyi yksi tapaus (32), jossa NaOCl-komplikaatio aiheutti Nicolaun oireyhtymän. Nicolaun oireyhtymällä tarkoitetaan esimerkiksi juurikanavan huuhtelun jälkeen ilmenevää kipua, punoitusta ja turvotusta, joka johtaa nekroottisen haavauman muodostumiseen ihoon ja sitä syvempiin kudoksiin. Oireyhtymän patogeneesia ei tunneta, mutta sen uskotaan johtuvan ruiskutettavan aineen pääsystä valtimoon, jossa se aiheuttaa verisuonitukoksen ja sitä kautta nekroosin. (32)

Suoritetulla kirjallisuushaulla löytyi yksi NaOCl-komplikaatioita käsittelevä systemaattinen katsaus (17) ja viisi NaOCl-komplikaatioita käsittelevää kirjallisuuskatsausta (3,19,20,31,37). Neljän löytyneen kirjallisuuskatsauksen (19,20,31,37) potilastapaukset, joissa NaOCl:a joutui juurikanavan ulkopuolelle, on käsitelty myös systemaattisessa katsauksessa (17).

Systemaattisessa katsauksessa (17) tarkasteltiin 52 tapausraporttia, jotka oli julkaistu vuosina 1974-2015. Näistä raporteista 21 löytyi myös tässä kirjallisuuskatsauksessa suoritetulla kirjallisuushaulla (taulukko 2). Systemaattisen katsauksen (17) potilaista suurin osa oli naisia (44/52) ja juurihoidettu hammas oli useimmiten jokin yläleuan hampaista (41/52). NaOCl:n pääsy juuren ulkopuolelle aiheutti suurimmalle osalle potilaista kovaa kipua (45/52) ja turvotusta (49/52). Komplikaation aikaansaama kudoksensisäinen verenvuoto aiheutti suurelle osalle potilaista mustelmien muodostumista (30/52). Juurikanavan verenvuotoa ilmeni noin kolmasosalla potilaista (17/52). Limakalvo- ja/tai luunekroosia raportoitiin 15/52 potilaalla. Neurologisia

komplikaatioita, kuten sensorisia tai motorisia häiriöitä, ilmeni 17/52 potilaalla. Harvinaisempina komplikaatioina raportoitiin mm. trismus, näköhäiriöt, silmäkipu, ilmelihasten halvaus ja hengenvaarallinen ilmasteiden tukkeutuminen. Tapauksissa käytetyn NaOCl:n konsentraatio vaihteli välillä 1-5.25 %. (17)

Kirjallisuushaulla löytyneessä kirjallisuuskatsauksessa (3) tarkasteltiin 30:tä NaOCl-komplikaatiota, jossa NaOCl:a oli päässyt juurikanavan ulkopuolelle. Suurimmassa osassa tapauksista potilaana oli nainen (24/30) ja hampaana jokin yläleuan hampaista (24/30). Kuudessa tapauksessa hampaan alkudiagnoosina oli pulpiitti, kuudessa tapauksessa pitkäaikainen apikaalinen parodontiitti ja yhdessä tapauksessa akuutti apikaalinen parodontiitti. Lopuissa tapauksissa hampaan alkudiagnoosia ei ollut ilmoitettu. Seuranata-aika vaihteli viikosta kolmeen vuoteen. Seuranta-aikana suurin osa potilaista (24/30) parani täysin. Tapauksissa käytetyn NaOCl:n konsentraatio vaihteli välillä 1-5.25 %. (3)

6 KOMPLIKAATIOIDEN HOITO JA KOMPLIKAATIOIHIN JOHTAVAT TEKIJÄT

6.1 Komplikaatioiden hoito

NaOCl-komplikaatioiden hoitoa on käsitelty useissa julkaisuissa.

Hammaslääkärilehdessä julkaistussa artikkelissa (3) on annettu ohjeita hoitotoimista NaOCl-komplikaatioihin liittyen. Ohjeet perustuvat pitkälti kokemuseräiseen tietoon. British Dental Journalissa on julkaistu ohjeistus (13) NaOCl-komplikaatioiden hoitoon liittyen kirjallisuuskatsauksen sekä kirjoittajien omien kokemusten pohjalta. NaOCl-komplikaatioista koostetussa systemaattisessa katsauksessa (17) on myös käsitelty NaOCl-komplikaatioiden hoitoa raportoitujen potilastapausten pohjalta. Lisäksi juurihoidon Käypä Hoito -suosituksessa (5) on annettu suositukset sekä juurihoidon tekemiseen että huuhteluun liittyen.

NaOCl:n joutuessa iholle tai limakalvolle on akuuttihoitona suositeltu vaurioalueen huuhtelua keittosuolaliuoksella tai vedellä. Mikäli NaOCl:a joutuu silmään, tulee silmä huuhdella välittömästi silmähuuhteella tai silmähuuhteen puuttuessa vedellä. Vahingon jälkeen tulee olla yhteydessä silmälääkäriin. (3,17)

NaOCl:n joutuminen juurikanavan ulkopuolelle aiheuttaa potilaalle usein kipua. Akuuttihoitona on suositeltu juurikanavan huuhtelua keittosuolaliuoksella ja kuivaamista kuivausnastoilla (3,17). Kirjallisuushaulla löytyneistä potilastapauksista (taulukko 2) juurikanavan keittosuolaliuoshuuhtelu oli mainittu seitsemässä tapauksessa (8,9,14-16,36,37). Yhdessä tapauksessa juurikanava oli huuhdeltu klooriheksidiinillä (27). Kipua voidaan yrittää lievittää lisäpuudutuksella (3,17). Kirjallisuushaulla löytyneistä potilastapauksista (taulukko 2) lisäpuudutus oli mainittu akuuttihoitona kolmessa tapauksessa (19,25,27).

Akuuttihoidon jälkeen tulisi määrittää vamman aste ja laajuus ekstra- ja intraoraalitutkimuksen sekä radiologisen tutkimuksen kautta. Ekstraoraalitutkimuksessa tulee kiinnittää huomiota kasvojen symmetriaan, mustelmiin, turvotukseen, kasvojen sensorisiin ja motorisiin häiriöihin sekä mahdollisiin nielemis- ja hengitysvaikeuksiin. Intraoraalitutkimuksessa huomio tulee kiinnittää vaurioalueen hampaaseen, verenvuotoon, mustelmiin, turvotukseen, haavaumiin, limakalvon nekroosiin ja mahdollisiin tuntohäiriöihin. Pääsääntönä on, että lievät vammat (turvotus alle 30% vastakkaiseen puoleen verrattuna, vamma-alue vain paikallinen, ei haavaumia tai nekroosia) voidaan hoitaa vastaanotolla, kun taas keskivaikeat ja vaikeat vammat vaativat potilaan lähettämisen erikoissairaanhoidon. (13)

Heti NaOCl-komplikaation jälkeen voidaan käyttää kylmähaudetta turvotuksen minimoimiseksi seuraavan vuorokauden ajan. Tämän jälkeen voidaan vaihtaa lämpöhauteeseen, jotta verenkierto vaurioalueella paranee ja paraneminen nopeutuu. Tämä voi myös ehkäistä kudoksen nekroosin syntyä. Mikäli limakalvo märkii, tummuu ja menee nekroosiin, voidaan joutua turvautumaan kirurgiaan. (3,13,17) Kirjallisuushaulla löytyneistä potilastapauksista (taulukko 2) kylmä- ja/tai lämpöhauteen käyttö oli mainittu kuudessa tapauksessa (16,18,19,27,36,37).

Lääkehoitona käytetään usein kipulääkkeitä ja antibiootteja. Antibiootti on suositeltavaa määrätä jälki-infektoiden ehkäisemiseksi. Kortikosteroidien määrääminen on myös indikoitua niiden tulehdusta ehkäisevän ja vaimentavan vaikutuksen vuoksi. (3,17)

Kirjallisuushaulla löytyneistä potilastapauksista (taulukko 2) antibiootteja määrättiin 21/25 tapauksessa ja kipulääkettä 18/25 tapauksessa. Kortikosteroideja määrättiin 12/25 tapauksessa. Potilastapausten (taulukko 2) mukaan antibiooteista amoksisilliini yksinään tai yhdessä klavulaanihapon kanssa oli yleisimmin käytetty. Kipulääkkeistä yleisimmin määrättiin parasetamolia, ibuprofeenia tai opioideja.

Potilasta tulee aina informoida sattuneesta vahingosta. Potilaalle on annettava riittävät hoito-ohjeet ja hänet on kutsuttava jälkitarkastuksiin. Potilaalle tulisi myös antaa ohjeet potilasvahinkoilmoituksen tekemistä varten. (3,13)

Potilaskäynnin jälkeen hammaslääkäriin tulee laatia potilasasiakirjat huolellisesti. Potilasasiakirjoihin tulee kirjata kaikki hampaaseen liittyvät esitiedot, diagnoosi sekä röntgenlausunnot. Hoitosuunnitelma, hoidon ennuste ja kustannusarvio sekä potilaan suostumus hoitoon tulee myös kirjata. Kaikki hoidossa käytetyt materiaalit ja kemikaalit pitoisuusineen on kirjattava kauppanimillä tai geneerisillä nimillä. Komplikaation ilmetessä kaikki komplikaatioon liittyvä informaatio tulee kirjata potilasasiakirjoihin mahdollisimman tarkasti. Hoitovahinkotapauksissa hyvin laaditut potilasasiakirjat ovat ensiarvoisen tärkeitä. (5)

6.2 Komplikaatioihin johtavat tekijät ja miten niiltä voisi välttyä

NaOCl voi joutua juurikanavan ulkopuolelle ylipreparoinnin, perforaation, avoimen apeksin tai väärän huuhtelutekniikan seurauksena. (3,13,17) Kirjallisuushaulla löytyneissä potilastapauksissa (taulukko 2), joissa NaOCl:a joutui juurikanavan ulkopuolelle, 24:ssä tapauksessa komplikaation syynä oli perforaatio, väärin määritetty preparointipituus ja/tai liian kova huuhtelupaine. Yhdessä tapauksessa komplikaation syynä oli kehittyvän hampaan avoin apeksi (22).

NaOCl-komplikaatioiden ehkäisyssä huolellinen työskentely ja endodonttisiin tarkoituksiin suunniteltujen työskentelyvälineiden käyttö on erittäin tärkeää (3).

Potilaan ja hammaslääkäriin silmät tulee suojata suojalaisella ja vaatteet muovitetulla liinalla. Näin välttyään mahdollisimman hyvin silmä- ja materiaalivahingoilta. (3,13)

Kofferdamia tulisi käyttää aina ja sen tulee olla tiivis, jotta työskentelyalueen aseptiikka säilyy hyvänä ja potilaan limakalvot pysyvät suojassa käytetyiltä kemikaaleilta. Myös hampaan täytteen tulee olla tiivis. (3,13)

Huuhteluaineruiskun käytössä tulee olla huolellinen ja sitä tulee käyttää oikeaoppisesti. Huuhteluaineruiskussa tulisi käyttää stopparia sekä sivulle aukeavaa neulaa, jotta juurikanavan apikaalialueelle ei muodostuisi liian suurta huuhtelupainetta.

Huuhteluaineruiskun neulan tulisi olla ohut ja taipuisa, ja se tulisi viedä maksimissaan 2-3 millimetrin päähän määritetystä työskentelypituudesta. Huuhteluaineruiskun neulaa ei myöskään saa kiilata kiinni juurikanavaan; neulan on oltava koko ajan liikkeessä.

(3,5) Huuhtelun aikana NaOCl:n koronaalista takaisinvirtausta tulee myös tarkkailla, jotta NaOCl:a ei pääsisi valumaan hampaan kavumin ulkopuolelle (3). Huuhteluainetta ei saa viedä juurikanavaan liian suurella paineella. Huuhteluaineen virtausnopeuden tulisi olla riittävän hidas, alle 3,4 ml/min. Liian syvälle viety neula ja liian suuri paine voivat aiheuttaa huuteluaineen joutumisen juurikanavan ulkopuolelle. (37)

NaOCl-komplikaatioiden välttämiseksi tulisi aina ennen juurihoidon aloitusta suorittaa huolellinen kliininen ja radiologinen tutkimus. Työskentelypituus tulee määrittää tarkasti apeksimittarin avulla. Mikäli apeksimittarilla ei pystytä määrittämään työskentelypituutta riittävällä tarkkuudella, tulee hampaasta ottaa neularöntgenkuva. (5) Juurihoitoihin tulisi myös varata riittävästi aikaa, jotta mahdollisuus huolelliseen työskentelyyn säilyy.

7 YHTEENVETO

NaOCl-komplikaatioista ei ole olemassa kattavia tilastoja, vaan saatavilla oleva tieto perustuu Potilasvakuutuskeskukseen saapuviin vahinkoilmoituksiin, tapausraportteihin ja niistä koostettuihin katsauksiin. NaOCl-komplikaatioiden yleisyyttä Suomessa on käsitelty vain yhdessä julkaisussa (4), ja kansainvälisestäkin yleisyydestä on julkaistu ainoastaan yksi kyselytutkimus (21). Muutoin tiedot perustuvat yksittäisiin potilastapauksiin ja niistä tehtyihin katsauksiin.

Tehtävien juurihoitojen määrään verrattuna NaOCl-komplikaatioita näyttäisi tapahtuvat melko vähän (4). Amerikkalaisille juurihoitojen erikoishammaslääkäreille lähetettyyn kyselyyn (21) vastanneista suurin osa ei ollut kokenut yhtäkään NaOCl-komplikaatiota uransa aikana. Suuri osa NaOCl-komplikaatioista jäänee kuitenkin raportoimatta, sillä materiaalivahinkoja, pieniä limakalvovaurioita ja NaOCl:n aiheuttamaa ohimenevää kipuilua juurihoidon jälkeen harvemmin raportoidaan (3).

NaOCl-komplikaatiot voidaan jakaa NaOCl:n käsittelystä aiheutuviin komplikaatioihin, joita ovat materiaalivahingot, iho- ja limakalvovauriot, silmävauriot sekä allerginen reaktio, sekä komplikaatioihin, jotka johtuvat NaOCl:n pääsystä juurikanavan ulkopuolelle. Kirjallisuushaulla löytyneiden potilastapausten (taulukko 2), NaOCl-komplikaatioista koostetun systemaattisen katsauksen (17) sekä NaOCl-komplikaatioita käsittelevän kirjallisuuskatsauksen (3) mukaan suurin osa NaOCl-komplikaatioista esiintyi naispotilailla ja hampaana oli jokin yläleuan hammas. Yleisimpiä raportoituja NaOCl-komplikaatioista johtuvia oireita olivat kova kipu, turvotus ja mustelman muodostuminen. Suurin osa NaOCl-komplikaatioista johtui iatrogenisistä syistä ja olisi ollut vältettävissä huolellisella työskentelyllä.

Tässä kirjallisuuskatsauksessa käytetyillä hakukriteereillä löytyneistä 29:stä NaOCl-komplikaatioita käsittelevästä potilastapauksesta (taulukko 2) noin puolessa NaOCl:n pitoisuus oli ilmoitettu. Käytetyn NaOCl:n pitoisuus vaihteli välillä 2,5-5,5%. Puutteita oli myös hampaan alkudiagnoosin, kofferdamin käytön sekä komplikaation hoitotoimenpiteiden ilmoittamisessa.

Kirjallisuudessa esitettyjen NaOCl-komplikaatioita koskevien hoitotoimien kulmakivinä ovat olleet potilaan oireiden lievittäminen, mahdollisten lisävaurioiden minimoiminen, paranemisen edistäminen ja infektioiden torjuminen. Kirjallisuudessa esitetyt hoito-ohjeet ovat pitkälti kokemuseräisiä ja perustuvat potilaiden oireiden mukaiseen hoitoon.

8. POHDINTA

NaOCl on tärkeä osa onnistunutta juurihoitoa ja se on turvallinen kemikaali oikein käytettynä. NaOCl:n käyttöä ei tule vältellä mahdollisten komplikaatioiden vuoksi.

NaOCl:n aiheuttamat komplikaatiot näyttäisivät olevan kirjallisuuden mukaan harvinaisia. NaOCl-komplikaatioiden yleisyyttä on kuitenkin vaikea arvioida, sillä suuri osa komplikaatioista jää raportoimatta. Suomessa raportoidaan vain tapaukset, jotka päätyvät Potilasvakuutuskeskuksen käsiteltäväksi. Kansainvälisesti NaOCl-komplikaatioiden yleisyyden arviointi on vielä haastavampaa, sillä jokaisella maalla on omat tapansa komplikaatioiden rekisteröintiin. Saatavilla olevan tiedon pohjalta voidaan kuitenkin olettaa, että ainakin vakavat NaOCl-komplikaatiot ovat harvinaisia.

Suomessa tapahtuneita juurihoitovahinkoja käsittelevän artikkelin (4) mukaan juurikanavan huuhtelu- ja lääkeainevahingot ovat yleistyneet tarkasteluvälillä. Vahinkojen yleistyminen on huolestuttavaa, sillä NaOCl-komplikaatiot voivat aiheuttaa potilaille pysyviä haittoja. Syinä vahinkojen yleistymiseen voivat olla stressi, lyhyistä vastaanottoajoista johtuva kiire, kokemuksen puute, usein muuttuvat työskentelyolosuhteet sekä yleistyneet ohutneulaiset huuhtelu- ja lääkeaineruiskut.

Hammaslääkärin omalla toiminnalla on suuri rooli NaOCl-komplikaatioiden ehkäisyssä. Tämän voi päätellä siitä, että huuhtelu- ja lääkeainevahingoista huomattavasti suurempi osuus kuului vältettävissä olevien vahinkojen ryhmään (87%). (4). Tämä korostaa myös entisestään huolellisen työskentelyn ja juurihoitoon suunniteltujen työskentelyvälineiden käytön tärkeyttä juurihoidossa.

Hammaslääkärien informoinnilla ja täydennyskoulutuksella voitaisiin mahdollisesti vähentää NaOCl-komplikaatioiden riskiä. Hammaslääkärien tulisi myös itse olla aktiivisia ja päivittää osaamistaan säännöllisin väliajoin. Potilastyössä on tärkeää noudattaa annettuja suosituksia, kuten esimerkiksi hampaan juurihoidon Käypä Hoito -suositusta (5).

9 LÄHTEET

- (1) Haapasalo M, Kotiranta A, Sirén E, Haapasalo H, Endal U. Käytännön juurihoito. 2nd ed.; 2009.
- (2) Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *British Dental Journal* 2014;216(6):299-303.
- (3) Mikkola K, Laine M. Natriumhypokloriittikomplikaatiot juurihoitojen yhteydessä. *Suomen Hammaslääkärilehti* 2016;7:20-25.
- (4) Swanljung O, Vehkalahti M. Root Canal Irrigants and Medicaments in Endodontic Malpractice Cases: A Nationwide Longitudinal Observation. *Journal of Endodontics* 2018;44(4):559-564.
- (5) Hampaan juurihoito. Käypä Hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016 (viitattu 10.9.2018). Saatavilla Internetissä: www.käypähoito.fi.
- (6) Stenhouse M, Patel B. Endodontic Treatment, Retreatment, and Surgery. : Springer International Publishing; 2016.
- (7) Al-Sebaei MO, Halabi OA, El-Hakim IE. Sodium hypochlorite accident resulting in life-threatening airway obstruction during root canal treatment: a case report. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 2015;7:41-44.
- (8) Behrents KT, Speer ML, Noujeim M. Sodium hypochlorite accident with evaluation by cone beam computed tomography. *International Endodontic Journal* 2012;45:492-498.
- (9) Bosch-Aranda ML, Canalda-Sahli C, Figueiredo R, Gay-Escoda C. Complications following an accidental sodium hypochlorite extrusion: A report of two cases. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry* 2012;4(3):194-198.
- (10) Bowden JR, Ethunandan M, Brennan PA. Life-threatening airway obstruction secondary to hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology* 2006;101:402-404.
- (11) de Sermeno RF, da Silva LA, Herrera H, Herrera H, Silva RA, Leonardo MR. Tissue damage after sodium hypochlorite extrusion during root canal treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology* 2009;108(1):46-49.
- (12) Faras F, Abo-Alhassan F, Sadeq A, Burezq H. Complication of improper management of sodium hypochlorite accident during root canal treatment. *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry* 2016;6(5):493-496.

- (13) Farook S, Shah V, Lenouvel D, Sheikh O, Sadiq Z, Cascarini L. Guidelines for management of sodium hypochlorite extrusion injuries. *British Dental Journal* 2014;217(12):679-684.
- (14) Farren ST, Sadoff RS, Penna KJ. Sodium hypochlorite chemical burn. *New York State Dental Journal* 2008;74:61-62.
- (15) Gernhardt CR, Eppendorf A, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as an endodontic irrigant. *International Endodontic Journal* 2004;37:272-280.
- (16) Goswami M, Chhabra N, Kumar G, Verma M, Chhabra A. Sodium hypochlorite dental accidents. *Paediatrics and International Child Health* 2014;34:66-69.
- (17) Guivarc'h M, Ordioni U, Ahmed HM, Cohen S, Catherine JH, Bukiet F. Sodium Hypochlorite Accident: A Systematic Review. *Journal of Endodontics* 2017;43(1):16-24.
- (18) Hatton J, Walsh S, Wilson A. Management of the sodium hypochlorite accident: a rare but significant complication of root canal treatment. *BMJ case report* 2015.
- (19) Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation - literature review and case reports. *International Endodontic Journal* 2000;33(3):186-193.
- (20) Kishor N. Oral tissue complications during endodontic irrigation. *The New York State Dental Journal* 2013;79(3):37-42.
- (21) Kleier DJ, Averbach RE, Mehdipour O. The Sodium Hypochlorite Accident: Experience of Diplomates of the American Board of Endodontics. *Journal of Endodontics* 2008;34(11):1346-1350.
- (22) Klein U, Kleier DJ. Sodium hypochlorite accident in a pediatric patient. *Pediatric Dentistry* 2013;35(7):534-538.
- (23) Lee J, Lorenzo D, Rawlins T, Cardo VA. Sodium hypochlorite extrusion: an atypical case of massive soft tissue necrosis. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 2011;69(6):1776-1781.
- (24) Markose G, Cotter CJ, Hislop WS. Facial atrophy following accidental subcutaneous extrusion of sodium hypochlorite. *British Dental Journal* 2009;206(5):263-264.
- (25) Matthews J, Merrill RL. Sodium hypochlorite-related injury with chronic pain sequelae. *Journal of the American Dental Association* 2014;145(6):553-555.
- (26) Mehra P, Clancy C, Wu J. Formation of a facial hematoma during endodontic therapy. *Journal of the American Dental Association* 2000;131(1):67-71.

- (27) Pelka M, Petschelt A. Permanent mimic musculature and nerve damage caused by sodium hypochlorite: a case report. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, and Oral Radiology* 2008;106(3):80-83.
- (28) Perotti P, Bin P, Cecchi R. Hypochlorite accident during endodontic therapy with nerve damage - A case report. *Acta BioMedica* 2018;89(1):104-108.
- (29) Regalado Farreras DC, Garcia Puente C, Estrela C. Sodium hypochlorite chemical burn in an endodontist's eye during canal treatment using operating microscope. *Journal of Endodontics* 2014;40(8):1275-1279.
- (30) Serper A, Özbek M, Calt S. Accidental sodium hypochlorite-induced skin injury during endodontic treatment. *Journal of Endodontics* 2004;30(3):180-181.
- (31) Spencer HR, Ike V, Brennan PA. Review: the use of sodium hypochlorite in endodontics - potential complications and their management. *British Dental Journal* 2007;202(9):555-559.
- (32) Swanljung O, Vehkalahti MM. Juurihoitovahingosta Nicolaun oireyhtymä? *Suomen Hammaslääkärilehti* 2017;7:28-31.
- (33) Tenore G, Palaia G, Ciolfi C, Mohsen M, Battisti A, Romeo U. Subcutaneous emphysema during root canal therapy: endodontic accident by sodium hypochlorite. *Annali di Stomatologia* 2017;8(3):117-122.
- (34) Witton R, Brennan PA. Severe tissue damage and neurological deficit following extravasation of sodium hypochlorite solution during routine endodontic treatment. *British Dental Journal* 2005;198(12):749-750.
- (35) Witton R, Henthorn K, Ethunandan M, Harmer S, Brennan PA. Neurological complications following extrusion of sodium hypochlorite solution during root canal treatment. *International Endodontic Journal* 2005;38(11):843-848.
- (36) Zairi A, Lambrianidis T. Accidental extrusion of sodium hypochlorite into the maxillary sinus. *Quintessence International* 2008;39(9):745-748.
- (37) Zhu WC, Gyamfi J, Niu LN, Schoeffel GJ, Liu SY, Santarcangelo F, et al. Anatomy of sodium hypochlorite accidents involving facial ecchymosis - a review. *Journal of Dentistry* 2013;41(11):935-948.
- (38) Wright PP, Kahler B, Walsh LJ. Alkaline Sodium Hypochlorite Irrigant and Its Chemical Interactions. *Materials (Basel)* 2017;10(10).
- (39) Rossi-Fedele G, Dogramaci EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JA. Antagonistic interactions between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA, and citric acid. *Journal of Endodontics* 2012;38(4):426-431.